

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 4 年 6 月 2 9 日

出 願 番 号

Application Number:

特 願 2 0 0 4 - 1 9 0 9 7 0

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 9 0 9 7 0

出 願 人

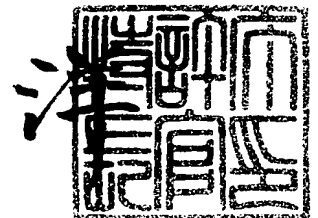
Applicant(s):

ア ン リ ツ 株 式 会 社

2 0 0 5 年 7 月 6 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【官 公 民 名】	付 出 願 人
【整理番号】	AP108759
【提出日】	平成16年 6月29日
【あて先】	特許庁長官殿
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	河野 健治
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	名波 雅也
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	齋藤 誠
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	中平 徹
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	佐藤 勇治
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内
【氏名】	内田 靖二
【特許出願人】	
【識別番号】	000000572
【住所又は居所】	神奈川県厚木市恩名1800番地
【氏名又は名称】	アンリツ株式会社
【代表者】	塩見 昭
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	005016
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

BEST AVAILABLE COPY

## 【請求項 1】

基板（1）上に光導波路（2）が形成されていて、前記基板の長手方向側の端である基板端面（1 a、1 b）に光導波路の光入力用端面（2 f）及び光出力用端面（2 g）の少なくとも一方が設けられている導波路型光デバイスにおいて、

前記光入力用端面を構成する入力光導波路（2 a）または前記光出力用端面を構成する出力光導波路（2 e）の少なくとも一方が、

前記光入力用端面へ入力される光または前記光出力用端面から出力される光が前記基板の短手方向側の端である基板側面（1 c、1 d）あるいは前記基板が収納されるべきパッケージ筐体（1 1）の短手方向側のパッケージ筐体側面（1 1 a、1 1 b）と平行な方向に輸入あるいは出力されるように、

それぞれの側の前記基板端面に対して斜めに形成されていることを特徴とする導波路型光デバイス。

## 【請求項 2】

前記光入力用端面の近傍または前記光出力用端面の近傍に単一モード光ファイバ（7）が設けられており、該単一モード光ファイバが前記基板側面（1 c、1 d）あるいは前記パッケージ筐体側面（1 1 a、1 1 b）の少なくとも一方と平行な方向に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の導波路型光デバイス。

## 【請求項 3】

前記入力光導波路又は前記出力光導波路の等価屈折率、もしくは前記基板の屈折率を  $n_1$  とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が接する媒質の屈折率、もしくは等価屈折率を  $n_2$  とし、

前記光入力用端面又は前記光出力用端面が前記基板側面への垂線となす角度を  $\theta_{0A}$  とし、

前記光入力用端面又は前記光出力用端面が前記パッケージ筐体側面への垂線となす角度を  $\theta_{0B}$  とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が前記基板側面となす角度を  $\theta_{1A}$  とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が前記パッケージ筐体側面となす角度を  $\theta_{1B}$  とした場合に、

前記  $n_1$ 、前記  $n_2$ 、前記  $\theta_{0A}$ 、前記  $\theta_{1A}$  が  $\theta_{0A} = n_1 \theta_{1A} / (n_1 - n_2)$  の関係を満たす、あるいは前記  $n_1$ 、前記  $n_2$ 、前記  $\theta_{0B}$ 、前記  $\theta_{1B}$  が  $\theta_{0B} = n_1 \theta_{1B} / (n_1 - n_2)$  の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 に記載の導波路型光デバイス。

## 【発明の名称】 導波路型光デバイス

## 【技術分野】

【0001】

本発明は小型で低損失な導波路型光デバイスの分野に関する。

## 【背景技術】

【0002】

導波路型光デバイスの一例としてリチウムナイオベート ( $\text{LiNbO}_3$ ) 変調器を取り上げる。リチウムナイオベートのように電界を印加することにより屈折率が変化する、いわゆる電気光学効果を有する基板（以下、LN基板と略す）に光導波路と進行波電極を形成した進行波電極型リチウムナイオベート光変調器（以下、LN光変調器と略す）は、その優れたチャージング特性から2.5 Gbit/s、10 Gbit/sの大容量光伝送システムに適用されている。最近はさらに40 Gbit/sの超大容量光伝送システムにも適用が検討されており、キーデバイスとして期待されている。

【0003】

図6にLN光変調器について従来の実施形態の上面図を示す。図中、1は平行四辺形状であるz-cut LN基板であり、1a、1bが基板の長手方向の端である基板端面、1c、1dが基板の短手方向の端である基板側面である。2はTiを熱拡散して形成したマツハツェンダ型の光導波路であり、2aは入力光導波路、2bはY分岐型の分岐光導波路、2c-1と2c-2は機能光導波路、2dはY分岐型の合波光導波路、2eは出力光導波路である。また、2fは入力光導波路2aの光入力用端面、2gは出力光導波路2eの光出力用端面である。3は電気信号源、4は進行波電極の中心電極、5aと5bは接地電極、6はガラスキャピラリー、7は信号光用単一モード光ファイバである。11の仮想線はパッケージ筐体を示しており、11a、11bはそれぞれの側の側面を示している。なお、本図には示していないが、実際のLN光変調器では入力光導波路2aに光を入力するために入力光導波路2a側の光入力用端面2fにもガラスキャピラリーと単一モード光ファイバが固定される。

【0004】

この従来の実施形態のLN光変調器では、機能光導波路2c-1、2c-2を導波する光が電気信号源3から印加した電気信号と相互作用する。つまり、電気信号源3から印加した電気信号が進行波電極の中心導体4と設置電極5a、5bを介して、機能光導波路2c-1、2c-2を導波する光の位相が互いに逆符号となるように位相変調する。その結果、機能光導波路2c-1、2c-2の部位において光は互いに符号が逆の位相変調を受ける。

【0005】

図7は信号光用単一モード光ファイバ7をガラスキャピラリー6に固定した状態を示した図であり、(イ)と(ロ)はその正面図と上面図である。図8は信号光用単一モード光ファイバ7を固定したガラスキャピラリー6をz-cut LN基板1の端面1bに固定した実装状態を示している。ここで、8は紫外光を照射することにより硬化するUVキュア接着剤である。なお、このUVキュア接着剤8はz-cut LN基板1の端面1bとガラスキャピラリー6および信号光用単一モード光ファイバ7の端面にも染み込んでいる。

【0006】

図7、図8から分かるように、z-cut LN基板1の端面1bやガラスキャピラリー6や信号光用単一モード光ファイバ7の端面については、出力光導波路2eからの光がこの基板端面1b（正確には、基板端面1bに形成された光出力用端面2g）において反射され、反射された光が再度出力光導波路2eに結合することを避けるために、つまり反射戻り光を除去するために基板端面1bを斜めにカットしている。

【0007】

以下では、説明を分かりやすくするために、図8に示すように、出力光導波路2eはz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に

【0008】

図9にはz-cut LN基板1の基板端面1b（正確には、基板端面1bに形成された光出力用端面2gであるが、簡単のため以下においては基板端面1bと略す）において光が屈折される様子を示す。出力光導波路2eは基板側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に平行としたので、z-cut LN基板1の端面1bはz-cut LN基板1の側面1c、1dへの垂線（あるいはパッケージ筐体側面11a、11bへの垂線）に対して $\theta_0$ だけ傾いている。なお、 $\theta_0$ は換言するとz-cut LN基板1の端面1bへの垂線10と出力光導波路2eを伝搬する光のなす角度とも言える。ここで $n_{LN}$ は出力光導波路2eの等価屈折率である。なお、UVキュア接着剤8の屈折率と信号光用単一モード光ファイバ7の等価屈折率は等しいと考えて $n_2$ として表している。

【0009】

出力光導波路2eを伝搬してきた光はz-cut LN基板1の端面1b（前述のように、正確には基板端面1bに形成された光出力用端面2gであるが、簡単のため以下においては基板端面1bと略す）においてスネルの法則により屈折する。ここで、z-cut LN基板1の端面において屈折して伝搬する光が垂線10となす角度を $\Theta$ とする。図中、 $\Delta\theta$ （ $=\Theta-\theta_0$ ）は基板端面1bにおいて屈折した光とz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に平行な線となす角度である。

【0010】

図9から分かるように、一般に、出力光導波路2eはz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に平行となるように設計されているので、z-cut LN基板1の側面1c、1dへの垂線やパッケージ筐体11の側面11a、11bへの垂線に対して、 $\theta_0$ の角度で傾いた基板端面1bにおいてスネルの法則に基づいて屈折した光の $\Delta\theta$ は零とはならない。つまり、基板端面1bにおいて屈折した光はz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に平行な線に対し $\Delta\theta$ の角度を持って伝搬する。

【0011】

よく知られているように、波長 $\lambda$ でスポットサイズ $w$ のガウシアンビームが角度 $\Delta\theta$ の角度ずれをもって結合する場合の結合効率 $\eta$ は次の式により与えられる（非特許文献1参照）。

$$\eta = \exp \left( - \left( \pi \cdot w \cdot \Delta\theta / \lambda \right)^2 \right) \quad (1)$$

【0012】

つまり、信号光用単一モード光ファイバ7をz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に平行に設置する場合には、基板端面1bにおいて屈折した光と信号光用単一モード光ファイバ7の光軸には $\Delta\theta$ だけ傾きのずれが生じ、その結果、屈折した光が信号光用単一モード光ファイバ7に結合する際に（1）式で表される結合損失が発生することになる。

【0013】

従って、この角度ずれによる光の損失の増加を抑えるには図8に示すように、信号光用単一モード光ファイバ7をパッケージ筐体側面11a、11bに対して斜めに固定する必要がある。

【0014】

図10には信号光用単一モード光ファイバ7とガラスキャピラリー6をパッケージ筐体11内に実際に実装した状態の上面図を示す。図中、11はパッケージ筐体、12はファイバ被覆材、13は気密封止用の半田材、14はパッケージ筐体11の筒部、15は信号光用単一モード光ファイバ7のファイバ被覆材12をパッケージ筐体11の筒部14に固定している接着剤である。前述のように、信号光用単一モード光ファイバ7はz-cut LN基板1の端面1bに斜めに固定されているので、パッケージ筐体11の筒部14の中において信号光用単一モード光ファイバ7とファイバ被覆材12は斜めになっている。

【0015】

## 【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 6 】

さて、信号光用単一モード光ファイバ7とガラスキャピラリ6をz-cut LN基板1の端面1bに固定する際には出力光導波路2eと信号光用単一モード光ファイバ7の光軸を一致させるために、信号光用単一モード光ファイバ7を光軸と直交する方向及び光軸方向に位置調整する必要がある。

【 0 0 1 7 】

ところが、前述のように、図 10 に示した従来の実施形態では、信号光用単一モード光ファイバ 7 とそのファイバ被覆材 12 がパッケージ筐体 11 の筒部 14 の中でも斜めになっている。信号光用単一モード光ファイバ 7 を実装する際には、z-cut LN 基板 1 の側面 1c、1d やパッケージ筐体 11 の側面 11a、11b が実装の基準線となるので、そもそも信号光用単一モード光ファイバ 7 をこれらの基準線に対し斜めに位置調整・実装することは技術的に困難である。

【 0 0 1 8 】

また、十分な位置調整のマージンを確保するために、信号光用単一モード光ファイバ7が通る穴の直径 $D_1$ も2 mm程度と大きくなり、また筒部14の内径 $D_2$ も5 mm程度と大きくなってしまっていた。従って、気密封止のための半田材13も多量に使う必要があり、これらを溶かすために筒部14を数十秒の間200℃以上の高い温度に保つので、高熱に弱いファイバ被覆材が変質してしまうという問題があった。

【 0 0 1 9 】

以上のように、従来の実施形態では、LN基板端面から出力される光はLN基板の側面（あるいはパッケージ筐体の側面）の方向に対して斜めに出力されていたため、信号光用単一モード光ファイバもパッケージ筐体に斜めに固定されていた。その結果、信号光用単一モード光ファイバの位置調整が困難であり、あるいは位置調整を充分には行うことができず、さらには、位置調整を充分に行おうとすると、パッケージ筐体の筒部の内径が大きくなり、そしてファイバ被覆材を損傷せずに気密封止をすることが困難であるという問題があり、信号光用単一モード光ファイバの位置調整作業と固定作業を含む実装を容易に行うことのできる構造の開発が望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 0 】

上記課題を解決するために、本発明の請求項 1 の導波路型光デバイスでは、

基板 1 上に光導波路 2 が形成されていて、前記基板の長手方向側の端である基板端面 1 a、1 b に光導波路の光入力用端面 2 f 及び光出力用端面 2 g の少なくとも一方が設けられている導波路型光デバイスにおいて、

前記光入力用端面を構成する入力光導波路 2 a または前記光出力用端面を構成する出力光導波路 2 e の少なくとも一方が、前記光入力用端面へ入力される光または前記光出力用端面から出力される光が前記基板の短手方向側の端である基板側面 1 c、1 d あるいは前記基板が収納されるべきパッケージ筐体 1 1 の短手方向側のパッケージ筐体側面 1 1 a、1 1 b と平行な方向に入力あるいは出力されるように、それぞれの側の前記基板端面に対して斜めに形成されていることを特徴としている。

**【 0 0 2 1 】**

上記課題を解決するために、本発明の請求項 2 の導波路型光デバイスでは、請求項 1 に記載の導波路型光デバイスにおいて、

前記光入力用端面の近傍または前記光出力用端面の近傍に単一モード光ファイバ（７）が設けられており、該単一モード光ファイバが前記基板側面（１ｃ、１ｄ）あるいは前記パッケージ筐体側面（１１ａ、１１ｂ）の少なくとも一方と平行な方向に配置されていることを特徴としている。

上記課題を解決するために、本発明の請求項3の導波路型光デバイスでは、請求項1乃至2に記載の導波路型光デバイスにおいて、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路の等価屈折率、もしくは前記基板の屈折率を $n_1$ とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が接する媒質の屈折率、もしくは等価屈折率を $n_2$ とし、

前記光入力用端面又は前記光出力用端面が前記基板側面への垂線となす角度を $\theta_{0A}$ とし、

前記光入力用端面又は前記光出力用端面が前記パッケージ筐体側面への垂線となす角度を $\theta_{0B}$ とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が前記基板側面となす角度を $\theta_{1A}$ とし、

前記入力光導波路又は前記出力光導波路が前記パッケージ筐体側面となす角度を $\theta_{1B}$ とした場合に、

前記 $n_1$ 、前記 $n_2$ 、前記 $\theta_{0A}$ 、前記 $\theta_{1A}$ が $\theta_{0A} = n_1 \theta_{1A} / (n_1 - n_2)$ の関係を満たす、あるいは前記 $n_1$ 、前記 $n_2$ 、前記 $\theta_{0B}$ 、前記 $\theta_{1B}$ が $\theta_{0B} = n_1 \theta_{1B} / (n_1 - n_2)$ の関係を満たすことを特徴としている。

#### 【発明の効果】

##### 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、光は導波路型光デバイスの基板の端面から、基板の側面（あるいはパッケージ筐体の側面）に平行な方向に光が出力あるいは入力されるので、光出力用や光入力用の単一モード光ファイバとの結合損失を小さくすることができる。また、光を出力もしくは入力するための単一モード光ファイバを、導波路型光デバイスの基板の側面（あるいはパッケージ筐体の側面）に平行に取り付けることができ、さらにはパッケージ筐体の側面に平行な光を基板の端面に出力や入力できるので、光の挿入損失を増加することなく、容易に光ファイバの実装を行うことが可能である。また、パッケージ筐体を小型化できるという優れた利点も有している。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【 0 0 2 4 】

以下、本発明の実施形態について説明するが、図6から図10に示した従来の実施形態と同じ番号は同じ部位に対応しているため、ここでは同じ番号を持つ部位の説明を省略する。

##### 【 0 0 2 5 】

#### 【第1実施形態】

図1及び図2に第1の実施形態を示し、図3にその原理図を示す。図2には、信号光用単一モード光ファイバ7を固定したガラスキャピラリー6をz-cut LN基板1の端面1bに固定した実装状態を示している。ここで、8は紫外光を照射することにより硬化するUVキュア接着剤であり、z-cut LN基板1の端面1bとガラスキャピラリー6および信号光用単一モード光ファイバ7の端面の間にも染み込んでいる。なお、入力光導波路に光を入力する場合も出力光導波路における構造と同じであるので、これについては省略することとし、以降においては、出力光導波路から光を出力する場合について説明をする。

##### 【 0 0 2 6 】

図2及び図3に示すように、出力光導波路2eを伝搬してきた光はz-cut LN基板1の端面1bにおいてスネルの法則により屈折する。本発明では、出力光導波路2eの光軸をz-cut LN基板1の側面1c、1d（あるいはパッケージ筐体側面11a、11b）に対して $\theta_1$ だけ傾けており、その結果、出力光導波路を伝搬する光の光軸も $\theta_1$ の傾きを持っている。z-cut LN基板1の端面1bはz-cut LN基板1の側面への垂線（あるいはパッケージ筐体側面11a、11bへの垂線）に対して $\theta_0$ だけ傾いている。以下に説明するように、本発明では出力光導波路2eの光軸の傾き $\theta_1$ と基板端面1b

ソノ傾は $\theta_0$ が里女は側とてりる。

#### 【0027】

ここで $n_{LN}$ は出力光導波路2eの等価屈折率である。UVキュア接着剤8は出力光導波路2eと信号光用単一モード光ファイバ7の接合部に染み込んでいると仮定したので、UVキュア接着剤8の屈折率と信号光用単一モード光ファイバ7の等価屈折率は等しいとし、 $n_2$ として表している。

#### 【0028】

図9と同様に、 $z-cut$  LN基板1の端面1bにおいて屈折して伝搬する光が $z-cut$  LN基板1の端面1bへの垂線10となす角度を $\theta$ とする。図中、 $\Delta\theta (= \theta - \theta_0)$ は基板端面1bにおいて屈折した光と $z-cut$  LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に平行な線とがなす角度である。

#### 【0029】

スネルの法則から図3において、次式が成立する。

$$n_{LN}(\theta_0 - \theta_1) = n_2\theta \quad (2)$$

ここで、 $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$ であることを考えると、

$$n_{LN}(\theta_0 - \theta_1) = n_2(\theta_0 + \Delta\theta) \quad (3)$$

が成り立つ。よって、 $\theta_0$ と $\Delta\theta$ の間には関係式

$$\theta_0 = (n_{LN}\theta_1 + n_2\Delta\theta) / (n_{LN} - n_2) \quad (4)$$

が成り立つ。

#### 【0030】

さらに、 $\Delta\theta = 0$ の場合には

$$\theta_0 = n_{LN}\theta_1 / (n_{LN} - n_2) \quad (5)$$

が成立する。

#### 【0031】

例えば、 $z-cut$  LN基板1に形成した出力光導波路2eの等価屈折率 $n_{LN}$ と、信号光用単一モード光ファイバ7及びこれを固定するためのUVキュア接着剤の屈折率 $n_2$ を各々 $n_{LN} = 2.14$ 、 $n_2 = 1.45$ とすると、以下の式を得る。

$$\begin{aligned} \theta_0 &= (2.14\theta_1 + 1.45\Delta\theta) / (2.14 - 1.45) \\ &= 3.10\theta_1 + 2.10\Delta\theta \end{aligned} \quad (6)$$

$\Delta\theta = 0$ の場合には

$$\theta_0 = 3.10\theta_1 + 2.10\Delta\theta \quad (7)$$

となる。

#### 【0032】

一例として、 $z-cut$  LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に対する出力光導波路の傾き $\theta_1$ が $3^\circ$ の場合を考える。基板端面1bから出力された光が $z-cut$  LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に対して平行、つまり(7)式から、 $\Delta\theta = 0$ とするためには $z-cut$  LN基板1の側面1c, 1dへの垂線(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11bへの垂線)に対する基板端面1bの角度 $\theta_0$ を $9.3$ 度とすれば良いことになる。なお、出力光導波路2eの等価屈折率 $n_{LN}$ が $z-cut$  LN基板1の屈折率にほぼ等しい場合には、(2)式から(5)式の中における出力光導波路の等価屈折率 $n_{LN}$ を $z-cut$  LN基板1の屈折率により置き換えることができる。

#### 【0033】

この第1の実施形態では、出力光導波路2eの傾き $\theta_1$ と基板端面1bの傾き $\theta_0$ を最適な角度に傾けることにより(4)式において $\Delta\theta = 0$ となり、(5)式が成り立つ。つまり信号光用単一モード光ファイバ7の光軸を $z-cut$  LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に対して平行にすることが可能となった。

#### 【0034】

信号光用単一モード光ファイバ7とガラスキャピラリー6を実際に実装した状態の上面図を図4に示す。図中、11はパッケージ筐体、12はファイバ被覆材、13は気密封止



用の上山材である。12は信号光用単一モード光ファイバ7のファイバ被覆材12でパッケージ筐体11の筒部14に固定している接着剤である。本発明では、出力光導波路2eの傾き $\theta_1$ に対して出力光導波路2eの等価屈折率 $n_{LN}$ とUVキュア接着剤の屈折率 $n_2$ を考慮して基板端面1bの傾き $\theta_0$ を適切に設定することにより、 $\Delta\theta=0$ 、つまり(5)式が成り立ち、信号光用単一モード光ファイバ7をz-cut LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に平行に固定することが可能となった。なお、図4において、パッケージ筐体側面11a, 11bはパッケージ筐体11の内壁を指しているが、内壁と外壁がほぼ平行な場合には外壁を指しても良いことは言うまでもない。

#### 【0035】

さて、図10に示した従来の実施形態において説明したように、信号光用単一モード光ファイバ7とガラスキャピラリ6をz-cut LN基板1の端面1bに固定する際、結合損失の増加を抑えるためには出力光導波路2eと信号光用単一モード光ファイバ7の光軸を一致させることが不可欠となり、そのため信号光用単一モード光ファイバ7を光軸と直交する方向と光軸方向に位置的に調整する必要がある。

#### 【0036】

前述のように、本発明では信号光用単一モード光ファイバ7をz-cut LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に平行に固定することができる。信号光用単一モード光ファイバ7を位置調整・固定する際に前述のようにz-cut LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)を基準線として使用できるため、これらの作業を容易とすることができる。

#### 【0037】

さらに、信号光用単一モード光ファイバ7が通る穴の直径 $D_1$ も1mm程度と小さくて良く、また筒部14の直径 $D_2$ も2mm程度と小さくて済む。そのため、気密封止のための半田材13も少量で良く、またこれを溶かすためには筒部14を瞬間的に高温に上げれば良いので、高熱に弱いファイバ被覆材12が変質するという問題も解決することができる。

#### 【0038】

##### 【第2実施形態】

本発明は(4)式において $\Delta\theta=0$ 、つまり(5)式が成り立つ $\theta_1$ と $\theta_0$ との関係を満たす構成であるから、第1の実施形態のようにガラスキャピラリ6を介して信号光用単一モード光ファイバ7をz-cut LN基板1の端面1bに固定する方法のみでなく、基板端面1bから出力される光が空間を伝搬する構造、つまりレンズを用いる光学系にも適用可能である。

#### 【0039】

図5は本発明の第2の実施形態を説明する図である。ここで、16はレンズ、17はレンズホルダ、18はフェルール、19はフェルールガイドである。

#### 【0040】

本発明の第1の実施形態と異なる点は、z-cut LN基板1の端面1bに信号光用単一モード光ファイバ7が直接結合していない点である。つまり、出力用光導波路2eを伝搬した光は基板端面1bから空気中に出力され伝搬し、レンズ16を介して信号光用単一モード光ファイバ7に結合している。この場合には(5)式において $n_2=1$ と置くことにより、本発明を実現するために必要な出力光導波路2eの傾き $\theta_1$ と基板端面1bの傾き $\theta_0$ を求めることができる。

#### 【0041】

この第2の実施形態の場合には、z-cut LN基板1の端面1bから光がz-cut LN基板1の側面1c, 1d(あるいはパッケージ筐体側面11a, 11b)に平行に出力される。そのため、この光を信号光用単一モード光ファイバ7に結合する際に、レンズ16を基板端面1bから空気中に出た光の光軸上に置くことが可能となるので、レンズ16の球面収差による結合効率の劣化が少なくすみ、また、基板端面1bから、光がパッ

ノーン基板 11 の側面 11 a, 11 b に平行に下付によつて、山付けれるので、元はハッノーン筐体 11 の中を斜めには伝搬せず、パッケージ筐体 11 を小さくすることができる。さらに、本発明では、z-cut LN 基板 1 をその側面がパッケージ筐体 11 の側面 11 a, 11 b と平行になるように設置できるので、この点からみても、パッケージ筐体 11 を小型化できるという優れた利点がある。

#### 【0042】

以上の説明においては、LN 光変調器の出力用光導波路から信号光用単一モード光ファイバ 7 に向かって光が出射される場合について説明した。一方、LN 光変調器のもう片方の基板端面 1 a においては入力用光導波路 2 a に光が入る。これまでの説明はこの入力用光導波路 2 a の側の基板端面 1 a についても成り立ち、同じ考え方で LN 基板の側面 1 c, 1 d (あるいはパッケージ筐体側面 11 a, 11 b) に平行な光を入力用光導波路に入力することが可能である。なお、入力用光導波路もしくは出力用光導波路の片方のみを有する導波路型光デバイスの場合でも、本発明を適用できることは言うまでもない。

#### 【0043】

また、z-cut LN 基板 1 の側面 1 c, 1 d はパッケージ筐体 11 の側面 11 a, 11 b に平行であるとしたが、本発明では z-cut LN 基板 1 の端面 1 a, 1 b に向かう光導波路の傾き角度と基板端面 1 a, 1 b の傾き角度の関係が重要なのであり、z-cut LN 基板 1 の側面 1 c, 1 d はパッケージ筐体 11 の側面 11 a, 11 b と平行でなくても良い。なお、この両者が平行関係ではない場合には、パッケージ筐体側面 11 a, 11 b に平行な光の構成とすると、実装上において都合が良く、また便利である。

#### 【0044】

なお、説明中の「LN 基板の側面 1 c, 1 d (あるいはパッケージ筐体側面 11 a, 11 b) に平行」の平行度についてであるが、厳密な平行を必要としているわけではなく、ほぼ平行であれば、本発明を実施する上で問題はない。

#### 【0045】

なお、第 2 の実施形態において、信号光用単一モード光ファイバ 7 の端面を戻り光防止の目的で斜めにカットしている場合には、信号光用単一モード光ファイバ 7 に入力する光をその光軸に合うように傾ける必要があるが、z-cut LN 基板 1 の側面 1 c, 1 d をパッケージ筐体 11 の側面 11 a, 11 b に平行に設置しても、出力用光導波路 2 e の傾きの角度を設定することにより、これを実現することができる。

#### 【0046】

なお、以上の説明においては、パッケージ筐体側面 11 a, 11 b の形状を図 1 ~ 5 に示したように均一平面と想定して説明してきたが、これに限定されるものではない。例えば、側面の一部のみに平面、あるいは基準となる部位があればよく、その部位に対し上述した基板上の光導波路の角度を設定すれば良い。

#### 【0047】

以上の説明において、LN 基板として z-cut LN 基板について説明したが、x-cut 基板あるいは y-cut LN 基板など各種基板を用いても良い。さらに、基板として LN 基板を想定したがリチウムタンタレートなどその他の誘電体基板、さらには半導体基板でも良いし、光変調器にとどまらず、アレー導波路格子 (AWG) フィルタなどの平面光回路 (PLC) など、その他の光導波路デバイスにも使えることは言うまでもない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図 1】本発明の導波路型光デバイスの上面図

【図 2】本発明の第 1 の実施形態の実装図

【図 3】本発明の導波路型光デバイスの動作原理を説明する図

【図 4】本発明の第 1 の実施形態の実装図

【図 5】本発明の第 2 の実施形態の実装図

【図 6】従来の導波路型光デバイスの上面図

【図 7】光ファイバとガラスキャピラリーの状態図

【図 9】従来の実施形態の動作原理を説明する図

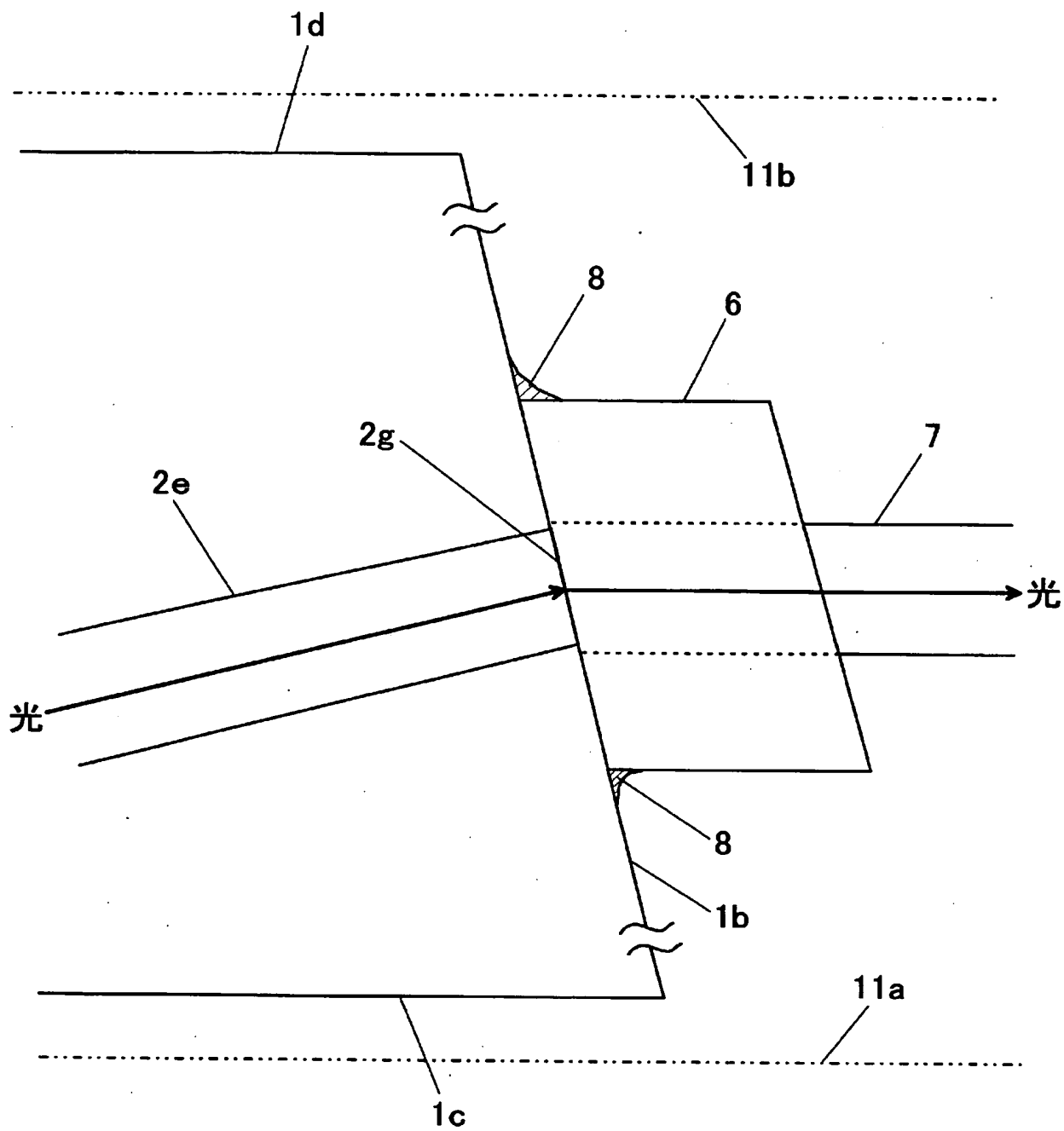
【図 10】従来の実施形態の実装図

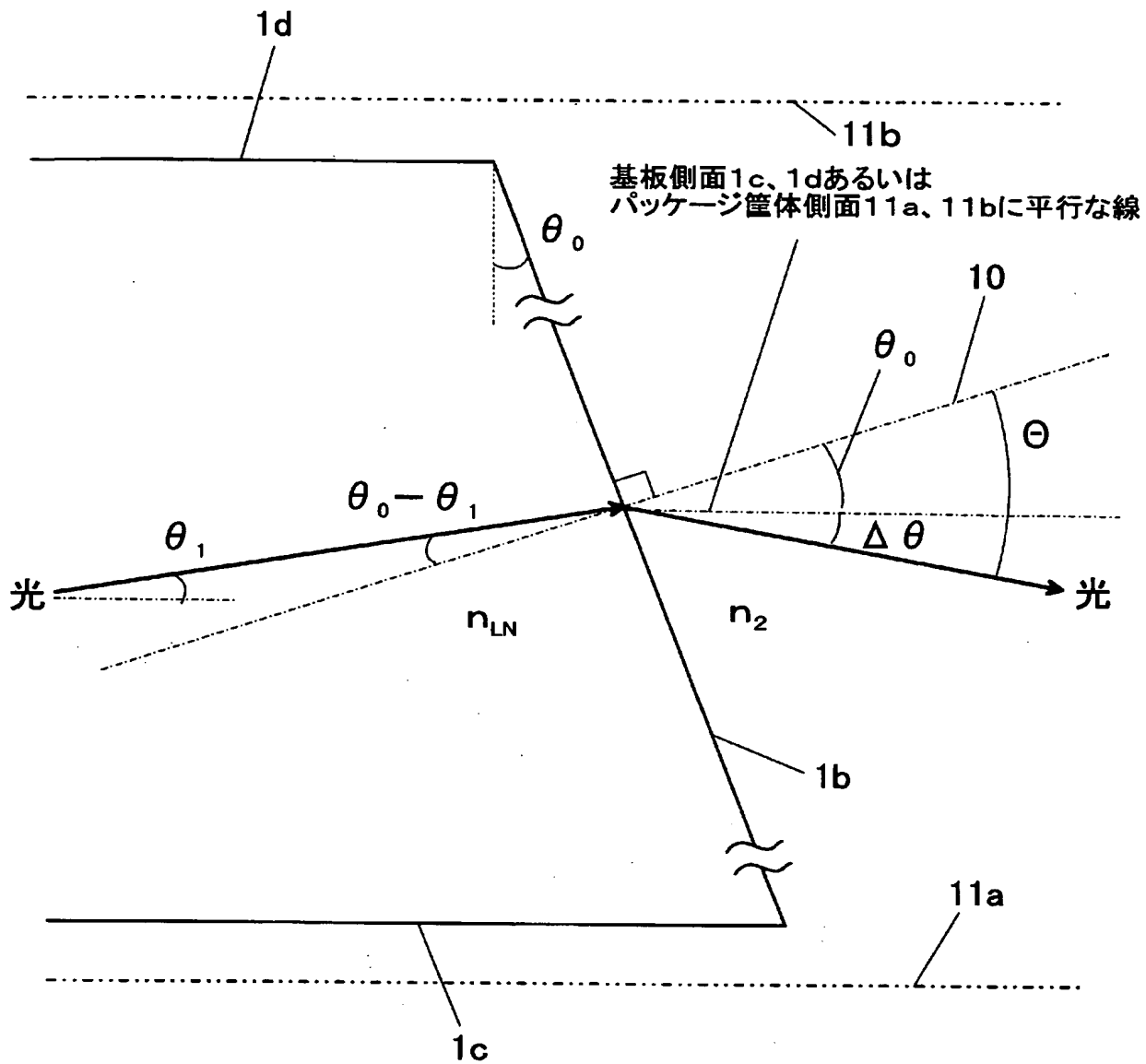
【符号の説明】

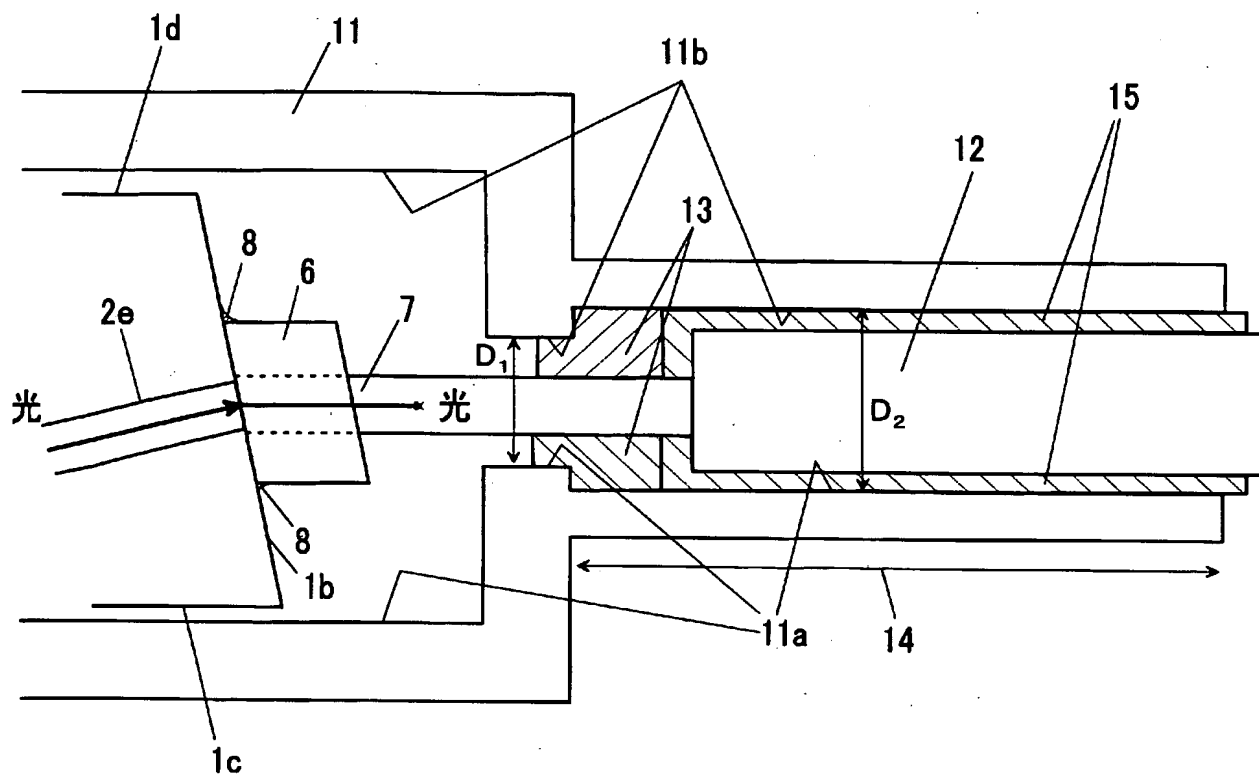
【0049】

1 : z-cut LN 基板、1 a, 1 b : 基板端面、1 c, 1 d : 基板側面、1 2 : マッハツェンダ型の光導波路、2 a : 入力光導波路、2 b : Y 分岐型の分岐光導波路、2 c-1, 2 c-2 : 機能光導波路、2 d : Y 分岐型の合波光導波路、2 e : 出力光導波路、2 f : 光入力用端面、2 g : 2 e の光出力用端面、3 : 電気信号源、4 : 進行波電極の中心電極、5 a, 5 b : 接地電極、6 : ガラスキャピラリー、7 : 信号光用単一モード光ファイバ、8 : UV キュア接着剤、1 0 : 基板端面 1 b への法線、1 1 : パッケージ筐体、1 1 a, 1 1 b : パッケージ筐体側面、1 2 : ファイバ被覆材、1 3 : 気密封止用の半田材、1 4 : パッケージ筐体 1 1 の筒部、1 5 : 接着剤、1 6 : レンズ、1 7 : レンズホルダ、1 8 : フェルール、1 9 : フェルールガイド

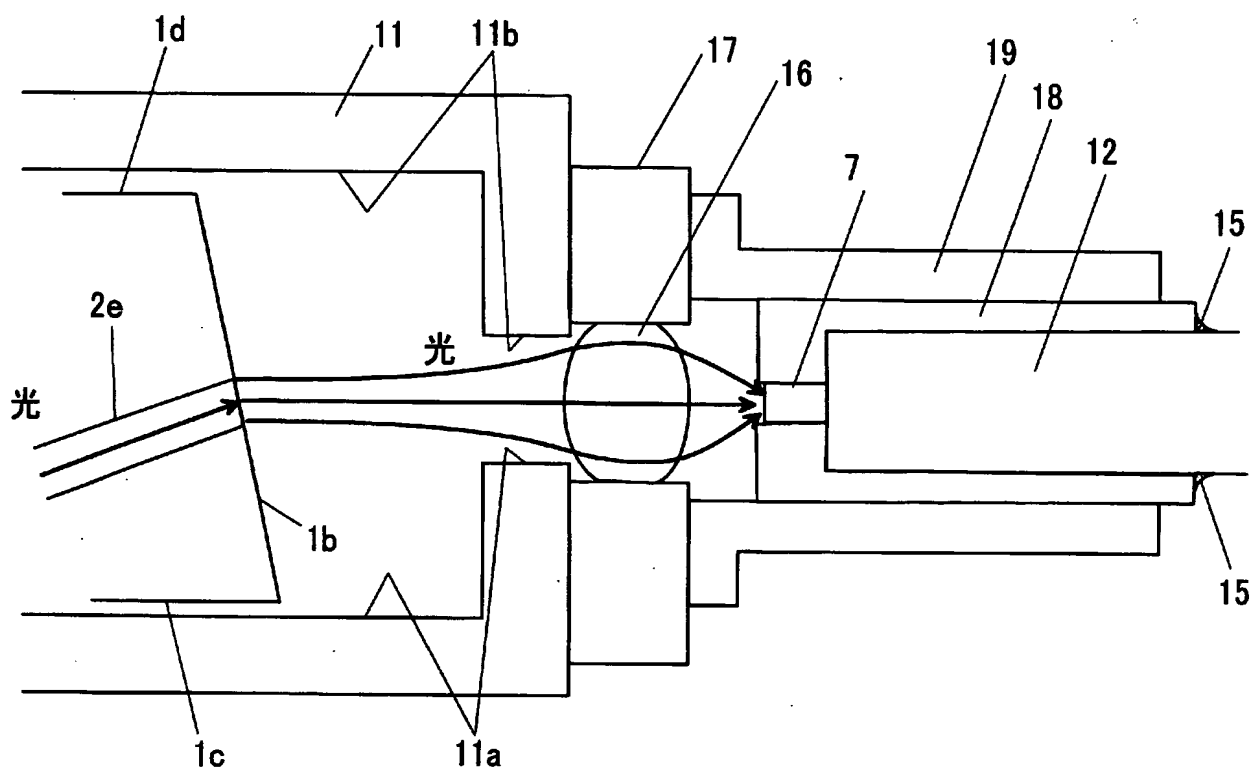


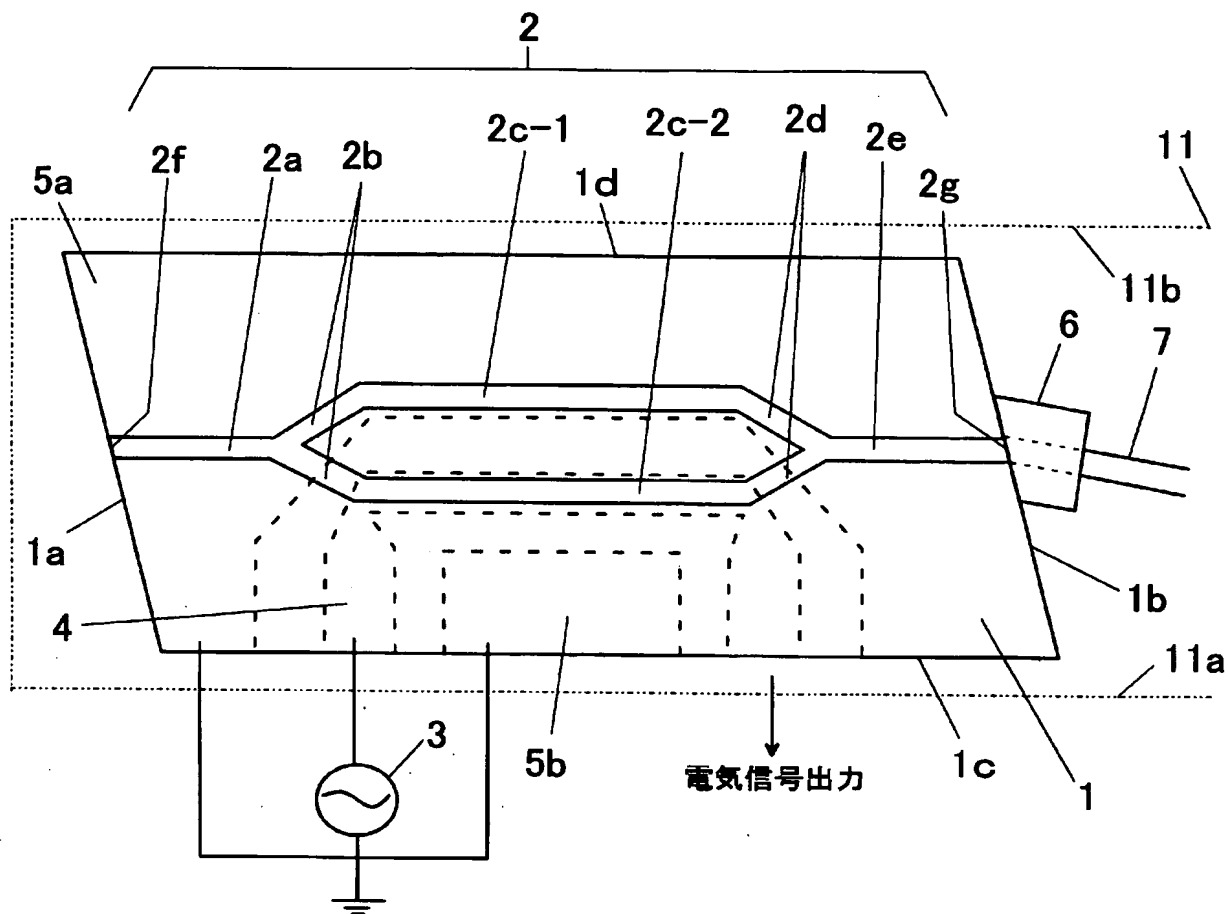




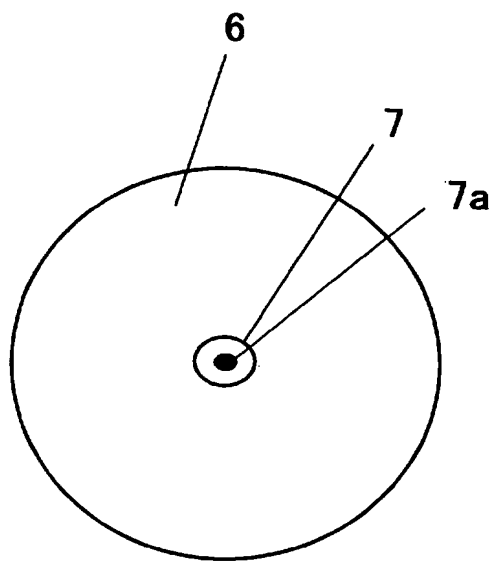


【図 5】

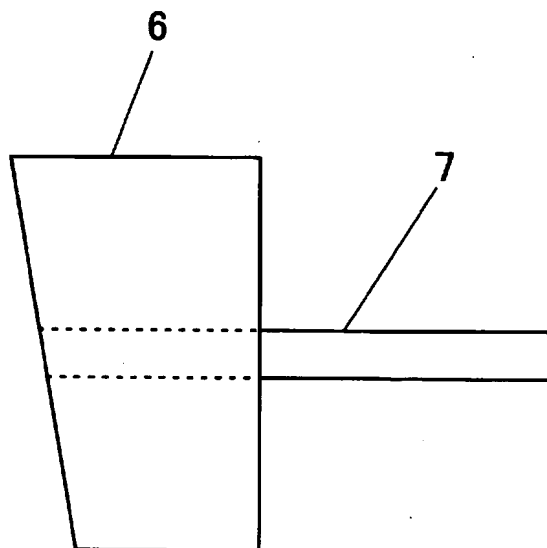




【図 7】

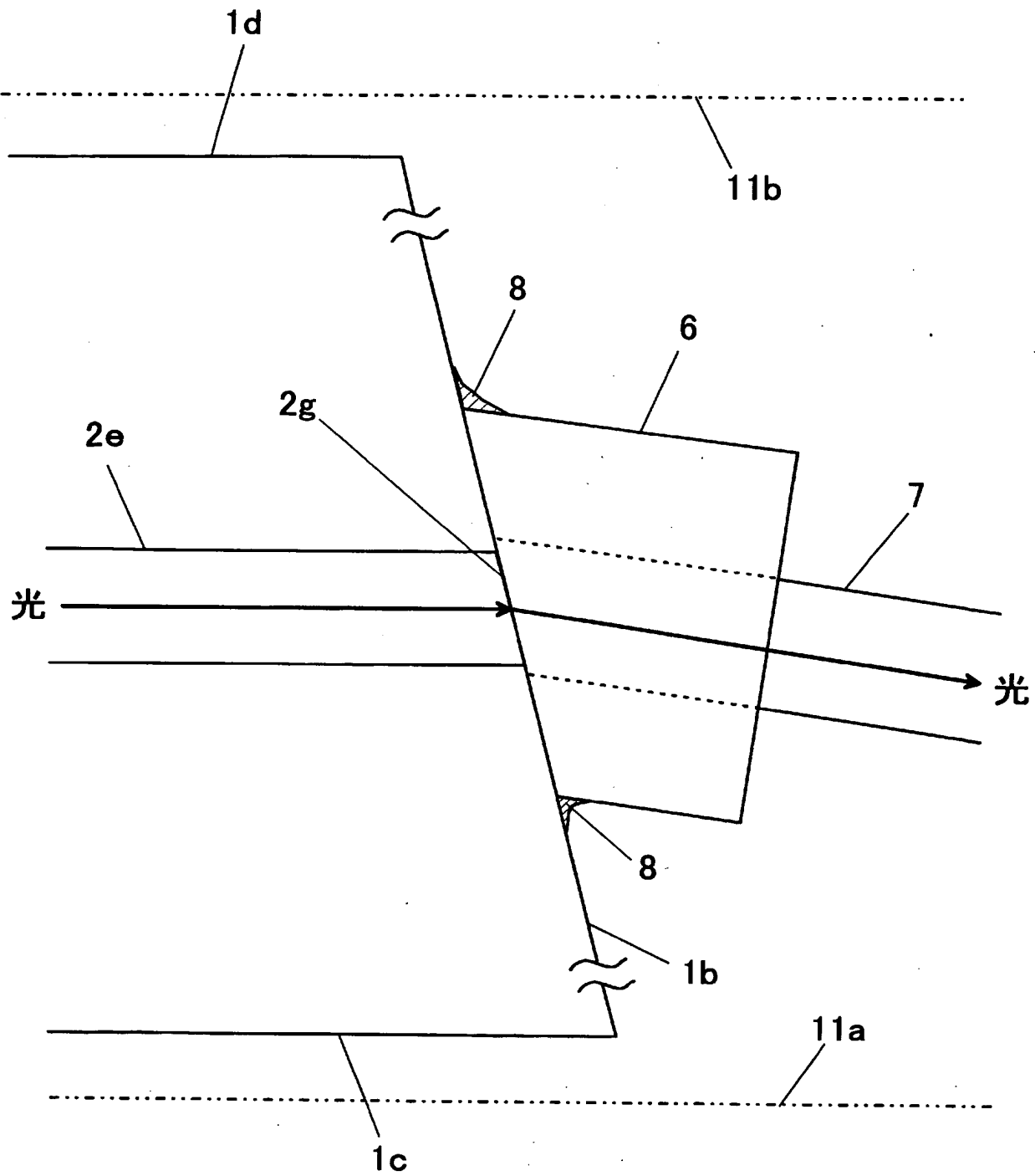


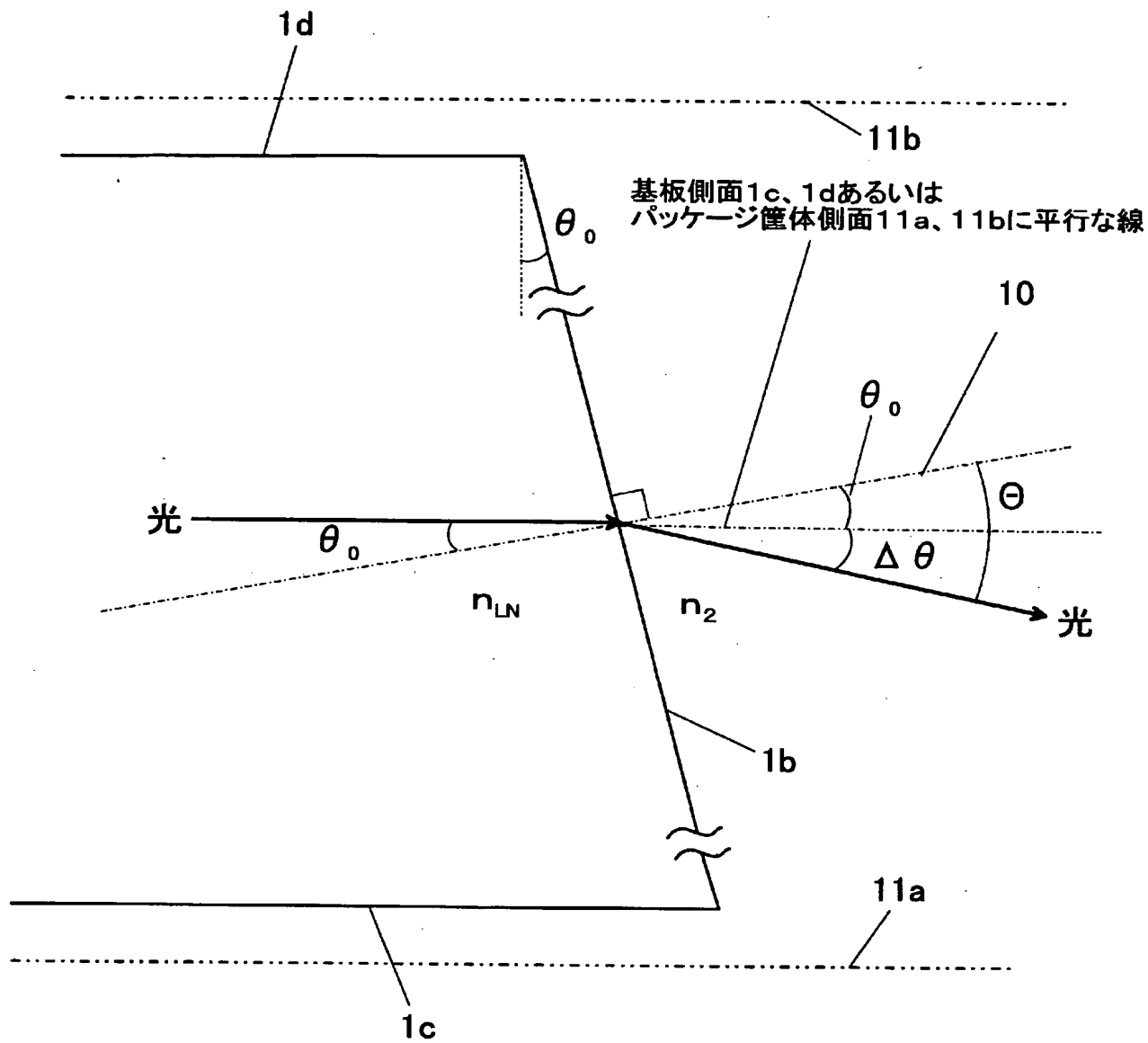
(イ) 正面図

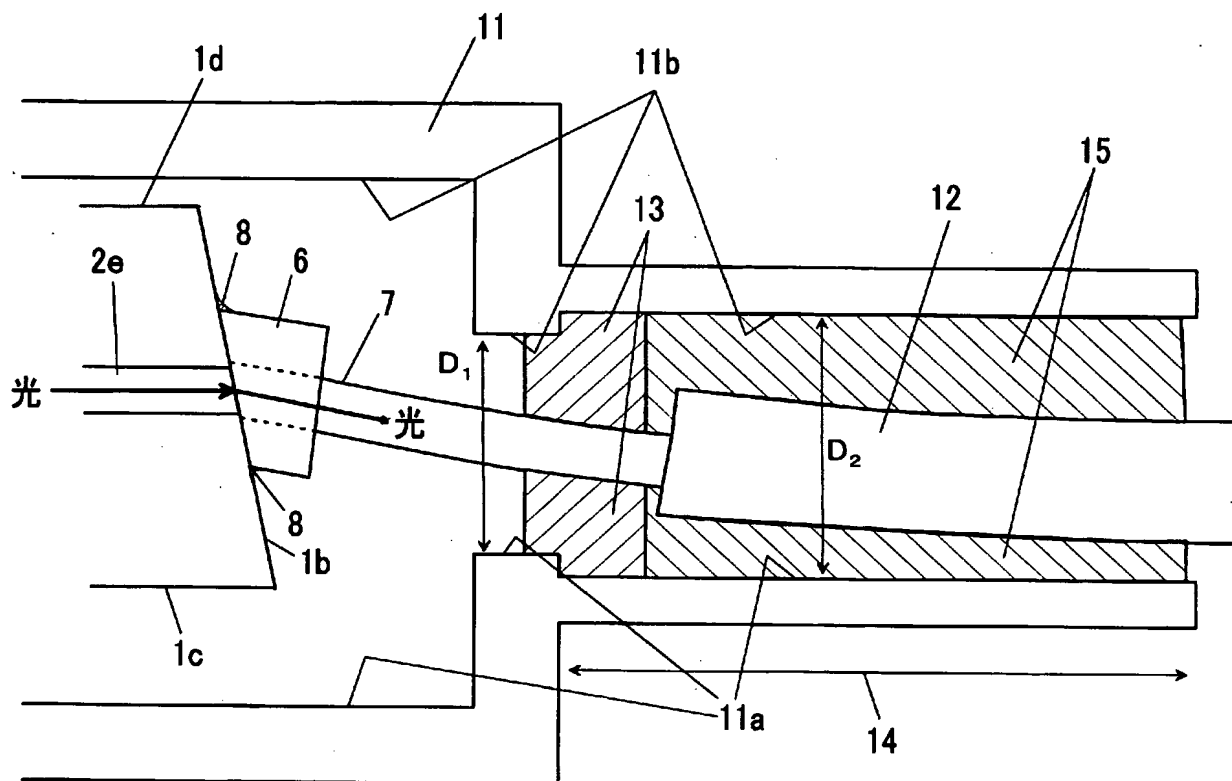


(ロ) 上面図









【要約】

【課題】

光導波路を有する基板と光ファイバとの結合損失を少なくし、また両者の実装を容易にし、さらにパッケージ筐体を小型化できる導波路型光デバイスを提供する。

【解決手段】

基板 1 上に光導波路 2 が形成されていて、前記基板の長手方向側の端である基板端面 1 a、1 b に光導波路の光入力用端面 2 f 及び光出力用端面 2 g の少なくとも一方が設けられている導波路型光デバイスにおいて、前記光入力用端面を構成する入力光導波路 2 a または前記光出力用端面を構成する出力光導波路 2 e の少なくとも一方が、前記光入力用端面へ入力される光または前記光出力用端面から出力される光が前記基板の短手方向側の端である基板側面 1 c、1 d あるいは前記基板が収納されるべきパッケージ筐体 1 1 の短手方向側のパッケージ筐体側面 1 1 a、1 1 b と平行な方向に入力あるいは出力されるように、それぞれの側の前記基板端面に対して斜めに形成されている。

【選択図】

図 1

0 0 0 0 0 0 5 7 2

20030627

住所変更

神奈川県厚木市恩名 1 8 0 0 番地

アンリツ株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/010508

International filing date: 08 June 2005 (08.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-190970  
Filing date: 29 June 2004 (29.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 July 2005 (22.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse